

اثر مصرف سطوح مختلف روغن پالم بر عملکرد تولیدی، فعالیت آنتی اکسیداسیونی و کیفیت تخم- مرغ در مرغان تخم گذار

پدرام پراویان^۱، فاطمه شیرمحمد^{۲*}، مرتضی مهري^۲

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ استادیار، گروه علوم دامی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*آدرس ایمیل نویسنده مسئول: shirmohammad.f@gmail.com

شماره تلفن نویسنده مسئول: 09193933610

شناسه دیجیتال (DOI)

10.22092/ASJ.2025.371042.2517

Effects of Dietary Palm Oil Levels on Laying Performance, Antioxidant Status, and Egg Quality in Laying Hens

Pedram Peravian¹, Fatemeh Shirmohammad^{2*}, Morteza Mehri²

¹ M.Sc. Department of Animal Science, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Assistant professor, Department of Animal Science, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding author shirmohammad.f@gmail.com

[Tel: 09193933610](tel:09193933610)

نسخه پیش از انتشار

اثر مصرف سطوح مختلف روغن پالم بر عملکرد تولیدی، فعالیت آنتی اکسیداسیونی و کیفیت تخم- مرغ در مرغان تخم گذار

چکیده

این آزمایش به منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف روغن پالم بر عملکرد و کیفیت تخم مرغ در مرغان تخم گذار انجام شد. تعداد ۵۰۰ قطعه مرغ Hy-Line W-36 (۳۰ تا ۴۲ هفتگی) با استفاده از طرح کاملاً تصادفی شامل ۵ گروه آزمایشی و ۴ تکرار استفاده شدند. جیره های آزمایشی شامل سطوح ۰، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ درصد روغن پالم بودند. تولید تخم مرغ تحت تأثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفت، اما وزن تخم مرغ در گروه آزمایشی ۱/۵ درصد روغن پالم به طور معنی دار بالاتر از گروه شاهد بود ($P < 0.05$). جیره حاوی ۳ درصد روغن پالم توده تخم مرغ، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک را در مقایسه با گروه شاهد بهبود بخشید ($P < 0.05$). از میان شاخص های کیفی تخم مرغ، مانند واحد هاو و رنگ زرده، به طور معنی دار تحت تأثیر جیره های حاوی روغن پالم قرار گرفتند ($P < 0.05$). غلظت کلسترول خون در تیمار ۳ درصد روغن پالم به طور معنی دار کاهش یافت ($P < 0.05$). از میان آنزیم های آنتی اکسیدانی (سوپراکسید دیسموتاز [SOD]، گلوکاتایون پراکسیداز [GPx] و کاتالاز [CAT])، تنها فعالیت SOD در گروه آزمایشی ۳ درصد روغن پالم به طور معنی دار افزایش یافت ($P < 0.05$). وزن کبد و درصد چربی کبد تحت تأثیر گروه های آزمایشی قرار نگرفت. همچنین، غلظت مالون دی آلدید در تخم مرغ های ذخیره شده به مدت ۰، ۳۰ و ۶۰ روز تحت تأثیر گروه های آزمایشی قرار نگرفت. به طور کلی، نتایج نشان داد که افزودن روغن پالم، به ویژه در سطح ۳ درصد، توده تخم مرغ و برخی شاخص های کیفی تخم مرغ را در مرغان تخم گذار بهبود بخشید.

واژگان کلیدی: آنزیم آنتی اکسیدانی، توده تخم مرغ، روغن پالم، مرغ تخم گذار

مقدمه

تخم مرغ یکی از منابع مهم پروتئین در تغذیه انسان است و کیفیت آن تحت تأثیر جیره غذایی مرغ قرار دارد. نوسانات بازار نهاده‌های دام و طیور موجب شده است که استفاده از مکمل‌ها و مواد غذایی مقرون به صرفه در تداوم بهره‌مندی از صنعت مرغداری، در دنیا و ایران اهمیت یابد. سطح انرژی جیره بر میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی اثر قابل توجهی دارد (Maharjan و همکاران، ۲۰۲۰)، و ذرت بیشترین سهم انرژی جیره‌های طیور را به خود اختصاص می‌دهد؛ با این حال، یافتن جایگزین‌های ارزان و فراوان ضروری است (Oladokun و همکاران، ۲۰۱۶). چربی‌ها و اسیدهای چرب، علاوه بر افزایش تراکم انرژی جیره، جذب ویتامین‌های محلول در چربی و مواد معدنی را بهبود می‌بخشند، انرژی قابل سوخت و ساز جیره را افزایش می‌دهند، الگوی اسیدهای چرب زرده تخم مرغ را تغییر داده و ویژگی‌های فیزیکی خوراک را بهبود می‌دهند (Poorghasemi و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از منابع چربی که می‌تواند در جیره طیور استفاده شود، روغن پالم است. این روغن با سهم بیش از ۳۵٪ از تولید جهانی روغن در سال ۲۰۲۴، دومین روغن خوراکی پر مصرف جهان است و به عنوان منبع انرژی در جیره طیور کاربرد مناسبی دارد (Murphy، ۲۰۲۵). روغن پالم از روغن‌های غیرتراریخته‌ای است که تاییدیه سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواربار و کشاورزی را داراست؛ این روغن حاوی توکوترینول طبیعی است که خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی دارد و مقاومت آن را در برابر واکنش‌های اکسیداتیو افزایش می‌دهد (Leeson و Summers، ۱۹۷۶). مصرف روغن پالم در جهان به دلیل هزینه پایین تولید آن در حال افزایش است (Smink و همکاران، ۲۰۰۸).

تخم مرغ حاوی اسیدهای چرب سیر نشده چندگانه (PUFA)، مانند اسید لینولئیک است که نسبت به پراکسیداسیون حساس بوده و نیاز به آنتی‌اکسیدان‌ها را افزایش می‌دهد (Meluzzi و همکاران، ۲۰۰۰). روغن پالم در دمای اتاق نیمه جامد و در برابر فساد مقاوم است، همچنین در حرارت‌های بالا پایدار باقی می‌ماند. این روغن حاوی حدود ۵۰٪ اسیدهای چرب سیر شده (عمدتاً پالمیتیک)، ۴۰٪ اسیدهای چرب سیر نشده تک پیوندی (اولئیک) و ۱۰٪ PUFA (عمدتاً لینولئیک) است (Naz و همکاران، ۲۰۱۲) و به همین دلیل مقاومت بالایی در برابر اکسیداسیون دارد (Kolani و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، روغن پالم حاوی بتاکاروتن، توکوفرول، توکوترینول، فیتواسترول، اسکوالن، کوآنزیم Q₁₀، پلی‌فنل، فسفولیپید، کوئینون، تیول، کومارین و اسید آمینه است که می‌تواند رشد، سلامتی و برخی فراسنجه‌های فیزیولوژیکی طیور را بهبود دهد (Babalola و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین سیستم آنتی‌اکسیدانی مرغ‌ها و محتویات تخم مرغ می‌تواند تحت تأثیر ترکیبات جیره ارتقا یابد.

با توجه به اینکه روغن پالم منبع انرژی غنی و حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است، این مطالعه با هدف بررسی اثر سطوح مختلف روغن پالم بر عملکرد تولیدی، ثبات اکسیداسیونی و کیفیت تخم مرغ در مرغان تخم‌گذار انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این مطالعه، ۵۰۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های لاین W-36 در سن ۳۰ هفتگی به مدت ۱۲ هفته مورد آزمایش قرار گرفتند. پرندگان در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۴ تکرار و ۲۵ مرغ در هر تکرار در قفس‌های آزمایشی توزیع شدند.

مرغ‌ها در پنج گروه آزمایشی با جیره‌های غذایی هم انرژی و هم پروتئین بر پایه ذرت و سویا تغذیه شدند که شامل سطوح ۰، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳٪ روغن پالم تصفیه شده بود. احتیاجات جیره بر اساس توصیه‌های کاتالوگ سویه مربوطه تأمین گردید (جدول ۱). آب و خوراک به صورت آزاد در اختیار مرغ‌ها قرار داشت و برنامه نوری شامل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. دما و رطوبت سالن در طول دوره به ترتیب 21°C و ۷۰٪ حفظ شد.

در طول دوره آزمایش، شاخص‌های میزان تولید تخم‌مرغ، مصرف خوراک، تولید توده‌ای تخم‌مرغ، ضریب تبدیل غذایی، وزن تخم‌مرغ، واحد هاو (HU)، ضخامت پوسته و شاخص‌های داخلی تخم‌مرغ اندازه‌گیری شدند.

در روزهای ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ از هر تکرار ۳ عدد تخم‌مرغ بطور تصادفی برای تعیین شاخص‌های کیفیت انتخاب شدند. پوسته تخم‌مرغ‌ها در دمای 60°C به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس ضخامت پوسته در ۳ نقطه از وسط تخم‌مرغ با دستگاه ریزسنج مدل OSK 13469 اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان ضخامت نهایی ثبت گردید (فرخوی و همکاران، ۱۳۷۳).

واحد هاو با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$HU = 100 \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.6)$$

که در آن W وزن تخم‌مرغ (گرم) و H ارتفاع سفیده تخم‌مرغ (میلی‌متر) است. وزن مخصوص تخم‌مرغ‌ها با روش غوطه‌ورسازی در محلول آب نمک (۱۲۰ گرم نمک در ۱ لیتر آب) تعیین شد. رنگ زرده تخم‌مرغ با استفاده از شاخص Roch و مقایسه چشمی با نمونه‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید (Bell و North، ۱۹۹۰).

در پایان دوره، از ورید بال خون‌گیری شد و سرم جهت اندازه‌گیری کلسترول، تری‌گلیسیرید، HDL، LDL، پروتئین تام و آنزیم‌های سوپراکسیداز دسموتاز (SOD)، گلوکاتایون پراکسیداز (GPx) و کاتالاز (CAT) با کیت‌های تجاری (پارس آزمون) مورد استفاده قرار گرفت. از هر تکرار یک مرغ نیز جهت اندازه‌گیری وزن کبد و درصد چربی کبد کشتار شد.

پراکسیداسیون چربی زرده با آزمایش تیوباریتوریک اسید (TBA) در روزهای ۰، ۳۰ و ۶۰ انجام شد. این روش بر اساس اندازه‌گیری کمپلکس صورتی رنگ حاصل از واکنش مالون‌دی‌آلدهید (MDA) با دو مولکول TBA استوار است. MDA محصول ثانویه اکسیداسیون چربی است و به عنوان شاخص پراکسیداسیون استفاده شد (Galobart، ۲۰۰۱).

داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۲ و رویه GLM تحلیل شدند. نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس به ترتیب با آزمون‌های Shapiro-Wilk و Levene بررسی گردید. داده‌های درصدی با تبدیل arc-sine اصلاح شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD محافظت شده فیشر در سطح معنی‌داری ۵٪ مقایسه شدند:

$$y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

که در آن y_{ij} = مقدار هر مشاهده؛ μ = اثر میانگین جامعه؛ T_i = اثر تیمار و ε_{ij} = مقدار باقیمانده است.

جدول ۱- ترکیب جیره غذایی و ترکیب ماده مغذی مورد استفاده در آزمایش

افلام خوراکی	صفر درصد پالم	۰/۲۵ درصد پالم	۱/۵۰ درصد پالم	۲/۲۵ درصد پالم	۳/۰۰ درصد پالم
ذرت	۶۶/۱۱	۶۴/۰۳	۶۱/۵۳	۵۹/۰۴	۵۶/۵۴
سویا ۴۴٪	۱۵/۹۸	۱۶/۸۷	۱۶/۷۳	۱۶/۵۹	۱۶/۴۵
گلوتن ذرت ۶۲٪	۵/۷۴	۵	۵	۵	۵
سبوس گندم	۰	۱/۲۳	۳/۱۴	۵/۰۵	۶/۹۵
روغن پالم	۰	۰/۷۵	۱/۵۰	۲/۲۵	۳
DCP	۱/۸۶	۱/۸۴	۱/۸۲	۱/۸۰	۱/۷۸
سنگ آهک	۸/۹۷	۸/۹۷	۸/۹۸	۸/۹۹	۹
نمک	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
مکمل ویتامینی ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
جوش شیرین	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۵
دی ال متیونین	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
لازین	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
ترئونین	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
تریپتوفان	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
مواد مغذی جیره					
انرژی	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰
پروتئین	۱۵/۷۰	۱۵/۷۰	۱۵/۷۰	۱۵/۷۰	۱۵/۸۰
کلسیم	۳/۹۵	۳/۹۵	۳/۹۵	۳/۹۵	۳/۹۵
فسفر	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶
سدیم	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
کلر	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
اسید لینولئیک	۱/۵۱	۱/۵۶	۱/۶۱	۱/۶۶	۱/۷۰

^۱ مکمل ویتامینی مقادیر ذیل را برای هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۴۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۶۵ میلی‌گرم ویتامین E، ۵ میلی‌گرم ویتامین K₃، ۱/۶ میلی‌گرم کوبالامین، ۲/۹۷ میلی‌گرم تیامین، ۷/۵ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۵۷ میلی‌گرم نیاسین، ۴/۴۵ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۰/۱۸ میلی‌گرم بیوتین، ۱/۹ میلی‌گرم اسید فولیک، ۱۷/۸ گرم اسید پانتوتیک، ۰/۱۲۵ میلی‌گرم اتوکسی کوئین و ۴۸۷/۵ میلی‌گرم کولین کلراید.

^۲ مکمل معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره مقادیر ذیل را تأمین نمود: ۴۰/۵ میلی‌گرم آهن (سولفات)، ۸۴ میلی‌گرم روی (سولفات)، ۱۶۰ میلی‌گرم منگنز (سولفات)، ۱/۲۶ میلی‌گرم ید (کلسیم یدات)، ۲۰ میلی‌گرم مس (سولفات) و ۰/۳۱ میلی‌گرم سلنیوم (سدیم سلنیت).

نتایج و بحث

اثر سطوح مختلف روغن پالم بر عملکرد تولیدی شامل درصد تولید تخم مرغ، وزن تخم مرغ، تولید توده ای، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۲ ارائه شده است. اگرچه درصد تولید تخم مرغ در بین تیمارها تفاوتی نداشت، اما وزن تخم مرغ تحت تأثیر روغن پالم قرار گرفت؛ به طوری که بیشترین وزن تخم مرغ (۵۷/۲۵ گرم) در گروه ۱/۵ درصد و کمترین (۵۴/۰۷ گرم) در گروه شاهد مشاهده شد ($P < 0/05$). همچنین، تیمارهای ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ درصد روغن پالم تولید توده ای تخم مرغ بالاتر و ضریب تبدیل غذایی بهتری نسبت به گروه های شاهد و ۰/۷۵ درصد نشان دادند. گروه ۳ درصد نیز کمترین مصرف خوراک و بهترین ضریب تبدیل را داشت ($P < 0/05$).

به طور کلی، استفاده از روغن پالم باعث بهبود شاخص های عملکردی شد و این بهبود با افزایش سطح روغن در جیره ارتباط مستقیم داشت؛ به گونه ای که تیمار ۳ درصد بهترین عملکرد را نشان داد. اگرچه بیشترین وزن تخم مرغ در گروه ۱/۵ درصد ثبت شد، اما تفاوت معنی داری با سایر گروه های دریافت کننده روغن پالم نداشت. به نظر می رسد کاهش مصرف خوراک همراه با افزایش وزن تخم مرغ و درصد تخم گذاری در اثر مصرف روغن پالم، منجر به بهبود ضریب تبدیل غذایی شده است.

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه های تولیدی مرغ های تخمگذار

گروه های آزمایشی (درصد روغن پالم)	تولید تخم مرغ (%)	وزن تخم مرغ (گرم)	توده تخم مرغ تولیدی (گرم/مرغ/روز)	خوراک مصرفی روزانه (گرم)	ضریب تبدیل غذایی
شاهد (۰ درصد)	۸۰/۶۰	۵۴/۰۷ ^b	۴۳/۶۴ ^b	۱۱۴/۷۰ ^a	۲/۶۰ ^a
۱ درصد	۸۱/۵۲	۵۵/۳۰ ^{ab}	۴۵/۱۰ ^b	۱۱۲/۰۷ ^a	۲/۴۹ ^b
۱/۷۵ درصد	۸۲/۸۰	۵۷/۲۵ ^a	۴۷/۴۱ ^a	۱۱۱/۹۰ ^{ab}	۲/۳۶ ^{bc}
۲/۲۵ درصد	۸۲/۴۷	۵۶/۷۵ ^{ab}	۴۶/۷۷ ^a	۱۱۰/۵۰ ^{ab}	۲/۳۶ ^{bc}
۳ درصد	۸۵/۸۲	۵۶/۲۵ ^{ab}	۴۸/۳۵ ^a	۱۰۶/۷۵ ^b	۲/۲۲ ^c
SEM	۱/۴۰	۰/۹۰	۲/۲۳	۴/۴۰۰	۰/۳۵
P-value	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۰۱

وجود حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار در مقایسه با تیمار شاهد است ($P < 0/05$).

SEM: میانگین خطای استاندارد

نتایج حاضر با یافته های Martinez و همکاران (۲۰۲۱) هم خوانی دارد؛ آنان گزارش کردند افزودن ۲ درصد روغن پالم به جیره مرغان مسن (۷۰ تا ۱۰۰ هفتگی) سبب افزایش ۵/۱۹ درصدی تخم گذاری شد. Santos و همکاران (۲۰۱۹) نیز افزایش معنی دار وزن تخم مرغ و آلبومین را در پرندگان تغذیه شده با روغن پالم گزارش کردند. همچنین، Kolani و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند استفاده از ۲ و ۳ درصد روغن پالم موجب کاهش مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی شد. احتمالاً کاهش سرعت عبور مواد در دستگاه گوارش با استفاده از این روغن، باعث بهبود هضم و جذب مواد مغذی می شود. در همین راستا، Murugesan و همکاران (۲۰۱۷) نیز افزایش وزن تخم مرغ و سفیده را با مصرف

روغن پالم گزارش کردند و بیان داشتند ترکیب اسیدهای چرب سیر شده و سیر نشده در این روغن اثر هم افزایی دارد که می تواند وزن تخم مرغ و آلبومین را بهبود بخشد.

به گزارش Kolani و همکاران (۲۰۱۹)، وجود چربی های سیر شده در روغن پالم موجب سنتز کلسترول می شود که در ساخت هورمون های تولید مثلی نقش دارد. کاهش غلظت کلسترول سرم در نتیجه مصرف این روغن احتمالاً به مصرف آن برای سنتز استروژن مربوط است؛ هورمونی که با تحریک رشد تخمدان ها می تواند تولید و وزن تخم مرغ را افزایش دهد. در مقابل، Izuddin و همکاران (۲۰۲۲) اثر معنی داری از انواع روغن پالم (خام، تصفیه شده و قرمز) یا روغن سویا بر وزن تخم مرغ، مصرف خوراک و ضریب تبدیل مشاهده نکردند.

نتایج جدول ۳ نشان داد که تیمارهای آزمایشی اثری بر وزن مخصوص، ضخامت پوسته، ارتفاع سفیده، وزن زرده و وزن سفیده تخم مرغ نداشتند، اما در تمام گروه هایی که روغن پالم دریافت کردند، واحد ها و به طور معنی داری افزایش یافت ($P < 0.05$). بیشترین مقدار واحد ها و در پرندگان مشاهده شد که ۳ درصد روغن پالم دریافت کردند. وزن مخصوص از شاخص های اصلی کیفیت پوسته تخم مرغ است؛ کاهش ضخامت پوسته باعث افت وزن مخصوص می شود و برعکس (Hammerle, ۱۹۶۹). در پژوهش Hosseini و Afzali (۲۰۰۸) نیز افزودن روغن پالم موجب بهبود وزن مخصوص تخم مرغ ها نشد.

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجی های کیفی تخم مرغ مرغان تخمگذار (انتهای دوره)

گروه های آزمایشی (درصد روغن پالم)	وزن مخصوص (g/m ³)	واحد ها	ضخامت پوسته (mm)	ارتفاع سفیده (میلی متر)	وزن زرده گرم	وزن سفیده گرم	درصد
شاهد (۰ درصد)	۱/۰۸	۶۱/۰۱ ^c	۳۲/۳۳	۷/۴۰	۱۶/۲۳	۳۷/۸۰	۶۶/۱۰۰
۱ درصد	۱/۰۸	۶۴/۰۵ ^b	۳۱/۲۵	۷/۳۲	۱۶/۴۴	۲۸/۸۹	۶۷/۶۷
۱/۷۵ درصد	۱/۰۸	۶۷/۶۰ ^{ab}	۳۲/۵	۷/۷۵	۱۷/۰۱	۲۹/۸۴	۶۵/۵۶
۲/۲۵ درصد	۱/۰۷	۶۶/۳۰ ^{ab}	۳۳/۱۱	۷/۴۸	۱۶/۹۹	۳۰/۳۳	۶۶/۰۰
۳ درصد	۱/۰۶	۶۹/۹۲ ^a	۳۰/۲۰	۷/۵۰	۱۷/۲۰	۳۱/۷۱	۶۵/۲۸
SEM	۰/۰۴	۱/۷۱	۰/۴۲	۰/۰۰۸	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۲۳
P-value	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۲

وجود حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار در مقایسه با تیمار شاهد است ($P < 0.05$).

SEM: میانگین خطای استاندارد.

بر اساس جدول ۴، pH زرده و سفیده و همچنین وزن پوسته تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت، در حالی که شاخص رنگ زرده با افزایش سطوح روغن پالم به طور معنی داری بیشتر شد ($P < 0.05$).

Izuddin و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که واحد ها و ارتفاع سفیده در گروه تغذیه شده با روغن خام پالم نسبت به گروه های دریافت کننده روغن سویا، پالم تصفیه شده، پالم قرمز و روغن هسته پالم بیشتر بود ($P < 0.05$)، اما در ضخامت و وزن پوسته بین تیمارها تفاوتی مشاهده نشد. آنان علت این نتایج را میزان مشابه کلسیم و فسفر در جیره ها

دانستند. همچنین Agboola و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که استفاده از ۱/۵ درصد روغن پالم در جیره مرغان تخم گذار ۳۴ هفته‌گی تأثیری بر وزن و ضخامت پوسته نداشت.

Areerob و همکاران (۲۰۱۸) نیز بیان کردند که افزودن ۲ تا ۴ درصد روغن پالم در جیره، تولید تخم مرغ، رنگ زرده و وزن زرده را به طور معنی داری افزایش داد، ولی تأثیری بر وزن سفیده، وزن پوسته و وزن مخصوص نداشت. Lu و همکاران (۲۰۲۱) در اردک‌های تخم گذار نشان دادند که روغن پالم نسبت به روغن ذرت، شاخص رنگ زرده را به دلیل محتوای بالاتر کاروتنوئیدها (به ویژه آلفا و بتا کاروتن) افزایش می دهد.

Akter و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که افزودن ۱/۵، ۳ و ۵ درصد روغن پالم تأثیر معنی داری بر وزن تخم مرغ، واحد هاو، شاخص شکل، وزن پوسته و زرده نداشت. به رغم وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب سیر شده در روغن پالم، تغییری در ضخامت پوسته مشاهده نشد. Abdulla و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که اسیدهای چرب سیر شده با افزایش خاصیت صابونی شدن در روده، جذب کلسیم و فسفر را کاهش می دهند که می تواند بر کیفیت پوسته اثر منفی بگذارد. با این حال، Kolani و همکاران (۲۰۱۸) تغییری در غلظت سرمی کلسیم و فسفر یا نسبت آن‌ها در اثر مصرف روغن پالم گزارش نکردند.

جدول ۴- اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های رنگ زرده، pH زرده و سفیده و وزن پوسته تخم مرغ در پایان دوره

گروه های آزمایشی (درصد روغن پالم)	رنگ زرده	pH زرده	pH سفیده	وزن پوسته
شاهد (۰ درصد)	۵/۸۴ ^c	۶/۴۲	۸/۹۴	۴/۸۶
۱ درصد	۵/۷۹ ^c	۶/۴۲	۸/۹۷	۴/۵۳
۱/۷۵ درصد	۶/۱۴ ^{bc}	۶/۴۰	۹/۰۱	۵/۰۱
۲/۲۵ درصد	۷/۰۰ ^a	۶/۴۴	۸/۸۵	۴/۷۸
۳ درصد	۶/۸۵ ^{ab}	۶/۳۹	۹/۱۲	۴/۶۹
SEM	۰/۰۰۹	۰/۹۸	۱/۱۲	۰/۰۷
P-value	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۲۰

وجود حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار در مقایسه با تیمار شاهد است ($P < ۰/۰۵$).

SEM: میانگین خطای استاندارد

بر اساس نتایج جدول ۴، استفاده از روغن پالم در جیره به طور معنی داری شاخص رنگ زرده را افزایش داد ($P < ۰/۰۵$). مرغ‌ها قادر به سنتز رنگدانه‌های زرده نیستند و تأمین آن به جیره غذایی وابسته است. روغن خام پالم به دلیل دارا بودن بتا کاروتنوئیدها که پس از عبور از روده به فولیکول‌های تخمدان منتقل می شوند، موجب بهبود رنگ زرده می گردد (Kang و همکاران، ۱۹۹۸). این روغن حدود ۹۰ درصد کاروتن (عمدتاً آلفا و بتا کاروتن) و ۱۰ درصد گزانتوفیل دارد که در تشکیل رنگ زرده نقش اساسی دارند (Goh و همکاران، ۱۹۸۵).

Akter و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که جیره حاوی ۵ درصد روغن پالم شاخص رنگ زرده را نسبت به سطوح پایین تر افزایش داد. همچنین Hosseini و Afzali (۲۰۰۸) بیان کردند که افزودن روغن پالم تا سطح ۴/۵ درصد، تنها موجب افزایش شاخص رنگ زرده شد و بر ویژگی های کمی و کیفی تخم مرغ تأثیری نداشت. به طور کلی رنگ زرده از عوامل مهم بازارپسندی تخم مرغ در کشورهایی مانند ایران است.

در جدول ۵ نیز مشاهده شد که اگرچه فراسنجه های LDL، HDL و تری گلیسیرید تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند، اما استفاده از روغن پالم به ویژه در سطوح ۲/۲۵ و ۳ درصد موجب کاهش معنی دار کلسترول پلاسما ($P < 0.05$) و افزایش پروتئین پلاسما نسبت به گروه شاهد شد. Yusrizal و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند که استفاده از ۳۰ درصد آرد هسته پالم با افزایش لاکتوباسیلوس و کاهش E. coli در روده، به بهبود هضم پروتئین کمک می کند.

نتایج Weis و Scott (۱۹۷۹) برخلاف یافته های حاضر بود؛ آنان افزایش کلسترول خون و زرده را ناشی از کاهش دفع و افزایش جذب کلسترول دانستند. با این حال، Kolani و همکاران (۲۰۱۹) کاهش کلسترول خون را در مرغان تغذیه شده با ۱ تا ۳ درصد روغن پالم گزارش کردند و آن را مرتبط با مصرف کلسترول برای سنتز استروژن و در نتیجه تولید تخمک بزرگتر دانستند. همچنین Izuddin و همکاران (۲۰۲۰) و Putina و Chaturvedi (۲۰۰۰) کاهش کلسترول زرده با مصرف روغن پالم را تأیید کردند، در حالیکه Weis و Scott (۱۹۷۹) اثر معکوس را گزارش نمودند. تفاوت نتایج پژوهش ها احتمالاً ناشی از اختلاف در نژاد پرندگان، نوع جیره پایه، سطح روغن مصرفی و مرحله فیزیولوژیکی طیور است.

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه های خونی مرغان تخمگذار در پایان دوره

کل پروتئین (mg/dl)	LDL (mmol/l)	HDL (mmol/l)	تری گلیسیرید (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	گروه های آزمایشی (درصد روغن پالم)
۵۹/۵۹ ^b	۰/۹۴	۰/۹۷	۶/۹۸	۰/۷۹ ^a	شاهد (۰ درصد)
۵۲/۶۳ ^b	۰/۹۲	۰/۹۶	۶/۵۷	۰/۷۳ ^a	۱ درصد
۵۰/۴۷ ^b	۰/۸۶	۰/۸۵	۵/۹۸	۰/۷۵ ^a	۱/۷۵ درصد
۶۷/۶۰ ^a	۰/۹۳	۰/۹۳	۶/۶۴	۰/۶۸ ^b	۲/۲۵ درصد
۶۳/۹۰ ^{ab}	۰/۹۵	۰/۹۳	۶/۳۹	۰/۶۹ ^b	۳ درصد
۴/۴۸	۰/۰۴۹	۰/۰۷	۱/۳۵	۰/۱۲	SEM
۰/۰۰۱	۰/۰۶۲	۰/۰۴۵	۰/۰۶	۰/۰۴	P-value

وجود حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار در مقایسه با تیمار شاهد است ($P < 0.05$).

SEM: میانگین خطای استاندارد. P-value: سطح معنی داری $P < 0.05$.

مولکول کلسترول از ترکیبات حیاتی بدن است که در پیشگیری از عفونت ها و دردهای عضلانی نقش دارد، برای عملکرد سلول های عصبی ضروری است و حدود ۱۷ درصد ماده خشک مغز را تشکیل می دهد. همچنین ماده اولیه در

سنتز هورمون‌های استروئیدی، نمک‌های صفراوی و ویتامین D به شمار می‌آید (Jin و همکاران، ۲۰۱۹). با این حال، دریافت زیاد مواد غذایی حاوی کلسترول موجب افزایش کلسترول پلاسما و در نتیجه افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود. کاهش کلسترول مواد غذایی، از جمله تخم‌مرغ، می‌تواند این خطر را کاهش دهد (Constant، ۲۰۰۴).

نتایج جدول ۶ نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر سطح فعالیت آنزیم‌های گلوکاتاتیون پراکسیداز (GPx) و کاتالاز (CAT) تأثیری نداشتند، اما فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۳۵ در مقابل ۱۹۸؛ $P < 0.05$). میزان مالون‌دی‌آلدئید (MDA) زرده تخم‌مرغ در روزهای صفر، ۳۰ و ۶۰ پس از پایان آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت، گرچه در روز شصتم روندی کاهشی غیرمعنی‌دار با افزایش سطح روغن پالم مشاهده شد. به نظر می‌رسد بررسی طولانی‌تر یا در شرایط دمایی بالاتر بتواند اختلاف معنی‌داری ایجاد کند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی خون، که ارتباط مستقیمی با سیستم ایمنی دارد، شامل ترکیبات هیدروفیلک مانند بیلی‌روبین، اسیداوریک و ویتامین C و نیز ترکیبات هیدروفوبیک مانند ویتامین E و آنزیم‌هایی نظیر SOD و CAT است. افزایش روغن پالم احتمالاً با بهبود جذب ویتامین E، موجب افزایش فعالیت SOD می‌شود (Christensen و Burgener، ۱۹۹۲). در پژوهش حاضر نیز تنها سطح SOD افزایش یافت و تغییری در GPx و CAT مشاهده نشد ($P < 0.05$).

آنزیم SOD با تبدیل آنیون سوپراکسید - نخستین رادیکال آزاد مشتق از اکسیژن - به اکسیژن و پراکسید هیدروژن، سلول را از آسیب اکسیداتیو محافظت می‌کند. پراکسید هیدروژن نیز که برای سلول زیان‌آور است، توسط آنزیم‌هایی مانند کاتالاز تجزیه می‌شود. بنابراین، SOD بخش مهمی از سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی سلول‌ها به شمار می‌آید و تقریباً در تمامی سلول‌هایی که در معرض اکسیژن قرار دارند، وجود دارد (Hayyan و همکاران، ۲۰۱۶).

جدول ۶- اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی و زرده تخم‌مرغ مرغان تخمگذار

گروه‌های آزمایشی (درصد روغن پالم)	خون			MDA زرده تخم‌مرغ			چربی کبد (درصد)	وزن کبد (گرم)
	SOD ¹ U/mL	GPx ² U/mL	CAT ³ IU/mL	روز صفر	روز ۳۰	روز ۶۰		
شاهد (۰ درصد)	۱۹۸ ^b	۹/۰۲	۶۳/۴۵	۲۵/۸۰	۲۸/۲۰	۳۰/۲۰	۱۵/۵۸	۴۲/۰۱
۱ درصد	۱۹۲ ^b	۱۰/۰۴	۶۴/۱۳	۲۶/۲۰	۲۷/۳۰	۲۷/۳۰	۱۵/۲۳	۴۱/۲۰
۱/۷۵ درصد	۲۰۱ ^b	۹/۰۸	۶۲/۶۳	۲۴/۳۰	۲۸/۲۰	۲۵/۵۰	۱۷/۱۷	۴۴/۰۶
۲/۲۵ درصد	۲۲۶ ^{ab}	۱۱/۱۱	۶۳/۴۸	۲۵/۳۰	۲۳/۱۰	۲۶/۶۰	۱۹/۲۵	۴۲/۶۵
۳ درصد	۲۳۵ ^a	۱۱/۳۹	۶۲/۲۵	۲۴/۰۰	۲۴/۷۰	۲۵/۱۰	۱۶/۴۰	۴۴/۹۸
SEM	۱۸/۳	۰/۹۸	۰/۵۰	۰/۴۳	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۳۲
P-value	۰/۰۵	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۲۴	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۳۸

وجود حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با تیمار شاهد است ($P < 0.05$).

۱- آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز ۲- گلوکاتاتیون پراکسیداز ۳- کاتالاز

SEM: میانگین خطای استاندارد

MDA یک ترکیب آلی بسیار واکنش پذیر است که به عنوان نشانگری قابل اعتماد برای تنش اکسیداتیو در بدن شناخته می شود؛ افزایش آن نشان دهنده آسیب های اکسیداتیو به سلول ها و بافت ها است. مطالعات نشان می دهند که افزودن روغن پالم به جیره مرغان تخم گذار می تواند سطح TBARS (شاخص پراکسیداسیون لیپیدها)، را در خون و زرده تخم مرغ کاهش دهد، که این کاهش با افزایش آنتی اکسیدان های طبیعی مانند ویتامین E و کاروتنوئیدهای موجود در روغن پالم مرتبط است و نشان دهنده محافظت بهتر از سلول ها و چربی ها در برابر اکسیداسیون است (Kang و همکاران، ۱۹۹۸؛ Ramnath و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعات دیگر نیز نشان دادند که ویتامین E موجود در روغن پالم فرایند اکسیداسیون را کاهش می دهد و جذب بالاتر آنتی اکسیدان ها موجب بهبود پایداری چربی ها در تخم مرغ بدون تأثیر منفی بر کیفیت آن می شود (Akter و همکاران، ۲۰۱۴).

روغن پالم حاوی استرول های گیاهی، توکوترینول، کاروتنوئید، لسیتین و کوآنزیم Q₁₀ است که همگی خاصیت آنتی اکسیدانی دارند؛ در برخی موارد فعالیت آنتی اکسیدانی آنها چندین برابر توکوفرول است (Kolani و همکاران، ۲۰۱۸). اثر هم افزایی ویتامین E و کاروتنوئیدها در روغن پالم احتمالاً موجب بهبود پایداری زرده، کیفیت تخم مرغ و کاهش فعالیت سیستم اکسیدانی می شود (Panda و Cheria، ۲۰۱۴).

تناقض های گزارش شده در مطالعات مختلف ممکن است به نوع روغن پالم، شرایط تصفیه، دمای محیط و تنش گرمایی مرتبط باشد (Ramnath و همکاران، ۲۰۰۸). آزمایش حاضر در اواخر زمستان و اوایل بهار انجام شد و تنش گرمایی تأثیر چندانی نداشت.

نتایج نشان داد که استفاده از روغن پالم، به ویژه در سطح ۳ درصد، تولید توده ای تخم مرغ، وزن تخم مرغ و برخی شاخص های کیفی را بهبود می بخشد. ترکیب اسیدهای چرب سیر و سیر نشده اثر هم افزایی داشته و کاهش سرعت عبور مواد در دستگاه گوارش سبب کاهش مصرف خوراک و بهبود هضم و جذب مواد غذایی می شود (Murugesan و همکاران، ۲۰۱۷؛ Kolani و همکاران، ۲۰۱۹).

افزایش سطح روغن پالم موجب افزایش شاخص رنگ زرده شد که با افزایش کاروتنوئیدها در جیره مرتبط است و خاصیت آنتی اکسیدانی دارد. همچنین سطح کلسترول خون به طور معنی داری در تیمار ۳ درصد کاهش یافت و از میان آنزیم های دخیل در وضعیت اکسیداتیو، تنها فعالیت SOD افزایش معنی دار نشان داد. سطح MDA زرده پس از صفر، ۳۰ و ۶۰ روز نگهداری تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت، اما در روز ۶۰ آزمایش روندی کاهشی مشاهده شد که در شرایط تنش گرمایی ممکن است معنی دار شود و نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از روغن پالم در جیره مرغان تخم گذار، به ویژه در سطح ۳ درصد، می تواند عملکرد تولیدی، وزن و کیفیت تخم مرغ را بهبود بخشد. افزایش رنگ زرده در اثر وجود کاروتنوئیدهای طبیعی و ویتامین های محلول در چربی موجود در روغن پالم مشاهده شد. همچنین کاهش معنی دار سطح کلسترول خون

در تیمار حاوی ۳ درصد روغن پالم بیانگر اثر مثبت این منبع چربی بر متابولیسم لیپیدها بود. از میان آنزیم‌های دخیل در سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن، تنها فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در پرندگان تغذیه‌شده با روغن پالم افزایش یافت که می‌تواند نشانگر تقویت توان دفاعی بدن در برابر تنش اکسیداتیو باشد. در مجموع، افزودن روغن پالم خام تا سطح ۳ درصد در جیره مرغ‌ان تخم‌گذار می‌تواند بدون اثر منفی بر سلامت، بهبود در عملکرد تولیدی، کیفیت تخم‌مرغ و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی را به همراه داشته باشد.

منابع:

فرخوی، م.، سیگارودی، ت. و نیک‌نفس، ف. (۱۳۷۳). راهنمای کامل پرورش طیور (ترجمه). چاپ دوم، انتشارات کوثر. ص ۱۵۰ و ۲۲۶.

Abdulla, J. M., Rose, S. P., Mackenzie, A. M., & Pirgozliev, V. R. (2017). Feeding value of field beans (*Vicia faba* L. var. minor) with and without enzyme containing tannase, pectinase and xylanase activities for broilers. *Archives of Animal Nutrition*, 71(2), 150–164. <https://doi.org/10.1080/1745039x.2017.1283823>

Agboola, A., Omidwura, B., Oyeyemi, A., Iyayi, E., & Adelani, A. (2016). Effects of four dietary oils on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk in layers. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10(1), 43–50. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1110802>

Akter, Y., Kasim, A., Omar, H., & Sazili, A. Q. (2014). Effect of dietary crude palm oil on quality and oxidative stability of chicken eggs. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 12(3/4), 179–181.

Areerob, P., Dahan, W., & Angkanaporn, K. (2018). Dietary crude palm oil supplementation improves egg quality and modulates tissue and yolk vitamin E concentration of laying hen. *Animal Production Science*, 59(8), 1491–1500. <https://doi.org/10.1071/AN18220>

Babalola, T. O., Apata, D. F., Omotosho, J. S. and Adebayo, M. A. 2011. Differential effects of dietary lipids on growth performance, digestibility, fatty acid composition and histology of African catfish (*Heterobranchus longifilis*) fingerlings. *Food and Nutrition Sciences*. 2(1): 11-21. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2011.21002>

Christensen, M. J., & Burgener, K. W. (1992). Dietary selenium stabilizes glutathione peroxidase mRNA in rat liver. *Journal of Nutrition*, 122(9), 1620–1626. <https://doi.org/10.1093/jn/122.8.1620>

Constant, J. (2004). The role of eggs, margarines and fish oils in the nutritional management of coronary artery disease and strokes. *Keio Journal of Medicine*, 53(3), 131–136. <https://doi.org/10.2302/kjm.53.131>

Galobart, J., Barroeta, A. C., Baucells, M. D., Codony, R., & Ternes, W. (2001). Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with ω 3-fatty acids. *Poultry Science*, 80(4), 460–467. <https://doi.org/10.1093/ps/80.4.460>

Goh, S. H., Choo, Y. M., & Ong, S. H. (1985). Minor constituents of palm oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 62(2), 237–240. <https://doi.org/10.1007/BF02541384>

- Hammerle, J. R. (1969). An engineering appraisal of egg shell strength evaluation techniques. *Poultry Science*, 48(5), 1708–1717. <https://doi.org/10.3382/ps.0481708>
- Hayyan, M., Hashim, M. A., & Al Nashef, I. M. (2016). Superoxide ion: Generation and chemical implications. *Chemical Reviews*, 116(5), 3029–3085. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00407>
- Hosseini-Vashan, S. J., & Afzali, N. (2008). Effect of different levels of palm olein oil in laying hen's performance and yolk cholesterol. *International Journal of Poultry Science*, 7(9), 908–912. <https://doi.org/10.3923/ijps.2008.908.912>
- Izuddin, W. I., Loh, T. C., Akit, H., Nayan, N., Noor, A. M., & Foo, H. L. (2020). Influence of dietary palm oils, palm kernel oil and soybean oil in laying hens on production performance, egg quality, serum biochemicals and hepatic expression of beta-carotene, retinol and alpha-tocopherol genes. *Animals*, 12(22), Article 3156. <https://doi.org/10.3390/ani12223156>
- Jin, U., Park, S. J., & Park, S. M. (2019). Cholesterol metabolism in the brain and its association with Parkinson's disease. *Experimental Neurobiology*, 28(5), 554–567. <https://doi.org/10.5607/en.2019.28.5.554>
- Kang, K. R., Cherian, G., & Sim, J. S. (1998). Tocopherols, retinol and carotenes in chicken egg and tissues as influenced by dietary palm oil. *Journal of Food Science*, 63(4), 592–596. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15792.x>
- Kolani, A., Adjrah, Y., Eklou-Lawson, M., Teteh, A., & Tona, K. (2018). Effects of dietary palm oil on production performance and serum parameters of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 18(1), 1–6. <https://doi.org/10.3923/ijps.2019.1.6>
- Leeson, S., & Summers, J. (1976). Fat ME values: The effect of fatty acid saturation. *Feedstuffs*, 48(46), 26–28.
- Maharjan, P., Mullenix, G., Hilton, K., Caldas, J., Beitia, A., Weil, J., Suesuttajit, N., Kalinowski, A., Yacoubi, N., Naranjo, V., & England, J. (2020). Effect of digestible amino acids to energy ratios on performance and yield of two broiler lines housed in different grow-out environmental temperatures. *Poultry Science*, 99(12), 7118–7127. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.019>
- Martinez, Y., Bonilla, J., Sevilla, M. A., Matamoros, I., & Botello, A. (2021). Effect of palm kernel (*Elaeis guineensis*) meal on laying, egg quality and economic feasibility of old laying hens. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(2), Article e15.
- Meluzzi, A., Sirri, F., Manfreda, G., Tallarico, N., & Franchini, A. (2000). Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long-chain fatty acids. *Poultry Science*, 79(4), 539–545. <https://doi.org/10.1093/ps/79.4.539>
- Murphy, D. J. (2025). Agronomy and Environmental Sustainability of the Four Major Global Vegetable Oil Crops: Oil Palm, Soybean, Rapeseed, and Sunflower. *Agronomy*, 15(6), 1465. <https://doi.org/10.3390/agronomy15061465>
- Murugesan, G. R., Kerr, B. J., & Persia, M. E. (2017). Energy content of select dietary supplemental lipids for broilers, turkeys, and laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(4), 536–547. <https://doi.org/10.3382/japr/pfx027>

- Naz, R., & Bano, A. (2012). Antimicrobial potential of *Ricinus communis* leaf extracts in different solvents against pathogenic bacterial and fungal strains. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(12), 944–947. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60004-0](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60004-0)
- North, M. O., & Bell, D. D. (1990). *Commercial chicken production manual* (4th ed.). AVI Publishing Company.
- Oladokun, A. A., Rahman, W. A., & Suparjo, N. M. (2016). Prospect of maximising palm kernel cake utilization for livestock and poultry in Malaysia: A review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(17), 107–113.
- Panda, A. K., & Cherian, G. (2014). Role of vitamin E in counteracting oxidative stress in poultry. *Journal of Poultry Science*, 51(2), 109–117. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0130134>
- Poorghasemi, M., Seidavi, A., Qotbi, A. A. A., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2013). Influence of dietary fat source on growth performance responses and carcass traits of broiler chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(5), 705–710. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12633>
- Punita, A., & Chaturvedi, A. (2000). Effect of feeding crude red palm oil (*Elaeis guineensis*) and grain amaranth (*Amaranthus paniculatus*) to hens on total lipids, cholesterol, PUFA levels and acceptability of eggs. *Plant Foods for Human Nutrition*, 55(2), 147–157. <https://doi.org/10.1023/A:1008197931085>
- Ramnath, V., Rekha, P. S., & Sujatha, K. S. (2008). Amelioration of heat stress induced disturbances of antioxidant defense system in chicken by *Brahma Rasayana*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 5(1), 77–84. <https://doi.org/10.1093/ecam/nel116>
- Santos, R., Segura, J., & Sarmiento, L. (2019). Egg quality during storage of eggs from hens fed diets with crude palm oil. *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), 7297–7304. <https://doi.org/10.15446/rmvz.v24n3.72997>
- SAS Institute. (2002). *SAS user's guide: Statistics*. SAS Institute.
- Smink, W., Gerrits, W. J. J., Hovenier, R., Geelen, M. J. H., Lobee, M. W. A., & Verstegen, M. W. A. (2008). Fatty acid digestion and deposition in broiler chickens fed diets containing either native or randomized palm oil. *Poultry Science*, 87(3), 506–513. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00354>
- Weis, J. F., & Scott, M. L. (1979). Effects of dietary fiber, fat and total energy upon plasma cholesterol and other parameters in chicken. *Journal of Nutrition*, 109(4), 693–701. <https://doi.org/10.1093/jn/109.4.693>
- Yusrizal, Y., Angel, R., Adrizal, A., Wanto, B. E., Fakhri, S., & Yatno, Y. (2013). Feeding native laying hens diets containing palm kernel meal with or without enzyme supplementations. 2. Excreta nitrogen, ammonia, and microbial counts. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(2), 269–278. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00633>

Effects of Dietary Palm Oil Levels on Laying Performance, Antioxidant Status, and Egg Quality in Laying Hens

Abstract

An experiment was conducted to evaluate the effects of dietary palm oil levels on performance and egg quality in laying hens. Five hundred Hy-Line W-36 hens (30 to 42 wk of age) were assigned to a completely randomized design with 5 treatments and 4 replicates. Diets contained 0, 0.75, 1.5, 2.25, or 3% palm oil. Egg production was unaffected by dietary treatments, but egg weight was significantly greater in hens fed 1.5% palm oil compared to the control ($P<0.05$). Diets with 3% palm oil improved egg mass, reduced feed intake, and lowered feed conversion ratio compared to the control ($P<0.05$). Among egg quality traits, Haugh unit and yolk color were significantly improved by dietary palm oil ($P<0.05$). Serum cholesterol concentration was significantly reduced in hens fed 3% palm oil ($P<0.05$). Among antioxidant enzymes (SOD, GPx, and CAT), only SOD activity was significantly increased in the 3% palm oil group ($P<0.05$). Liver weight and liver fat percentage were unaffected by treatments. Malondialdehyde (MDA) content in eggs stored for 0, 30, or 60 d was not affected by dietary treatments. Overall, dietary palm oil supplementation, particularly at 3%, enhanced egg mass and specific egg quality traits in laying hens.

Key words: Antioxidant enzymes, Egg mass, Laying hens, Palm oil